



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06011711 A**(43) Date of publication of application: **21.01.94**

(51) Int. Cl.

**G02F 1/1335****G02F 1/1335****G02F 1/1343**(21) Application number: **04169540**(22) Date of filing: **26.06.92**(71) Applicant: **SHARP CORP**

(72) Inventor: **UCHIDA TATSUO**  
**SEKI HIDEHIRO**  
**MITSUI SEIICHI**  
**NAKAMURA KOZO**  
**KIMURA TADASHI**

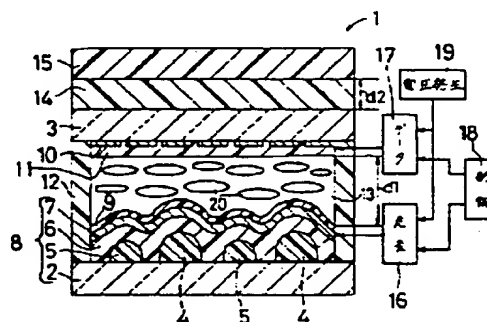
**(54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To obtain the liquid crystal display device having a good display grade and high fineness by disposing an optical phase compensation member between a polarizer and a liquid crystal element.

**CONSTITUTION:** Large projections 4 and small projections 5 consisting of a synthetic resin material are formed on a glass substrate 2. The diameters in the bottoms of the large projections 4 and the small projections 5 are respectively determined at  $5\mu\text{m}$  and  $3\mu\text{m}$  as an example and the intervals therebetween are determined at least at  $\approx 2\mu\text{m}$  as an example. A smoothing film 6 is formed to coat these projections 4, 5 and fill the recessed part between the projections 4, 5. A metallic reflection film 7 consisting of a metallic material, such as aluminum, is formed on this smoothing film 6. This metallic reflection film 7 is formed in plural arrays to a longitudinal band shape. The projections 4, 5, the smoothing film 6 and the metallic reflection film 6 constitute a reflection plate 8 on the glass substrate 2. An oriented film 9 is formed on the metallic reflection film 7.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&amp;Japio



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-11711

(43)公開日 平成6年(1994)1月21日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1335	7408-2K		
		7408-2K		
	1/1343	9018-2K		

審査請求 未請求 請求項の数10(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平4-169540

(22)出願日 平成4年(1992)6月26日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 内田 龍男

仙台市青葉区荒巻字青葉(番地なし)

(72)発明者 関 秀廣

青森県八戸市大字妙字大開88-1

(72)発明者 三ツ井 精一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
シャープ株式会社内

(74)代理人 弁理士 西教 圭一郎 (外1名)

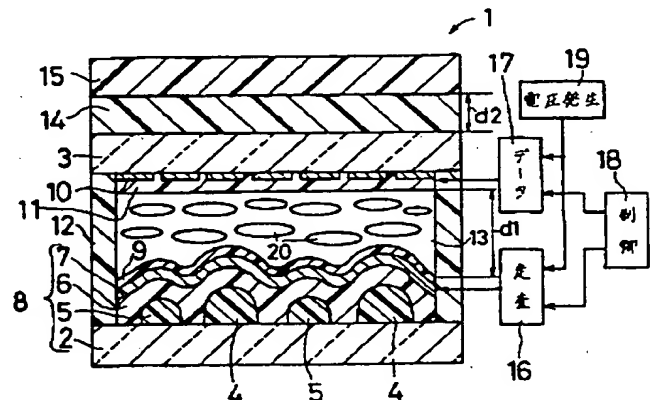
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57)【要約】

【目的】 表示品位が良好で、高精彩な液晶表示装置を提供する。

【構成】 ガラス基板2上には合成樹脂材料からなる大突起4および小突起5が形成される。大突起4および小突起5の底部直径D1、D2は、それぞれ例として5 $\mu$ mおよび3 $\mu$ mに定められ、これらの間隔D3は例として少なくとも2 $\mu$ m以上に定められる。これらの突起4、5を被覆し、突起4、5の間の凹所を埋めて平滑化膜6が形成される。平滑化膜6上にはアルミニウムなどの金属材料からなる反射金属膜7が形成される。この反射金属膜7は、長手の帯状に複数列に亘って形成される。これらガラス基板2に、突起4、5、平滑化膜6および反射金属膜7が、反射板8を構成する。前記反射金属膜7上には、配向膜9が形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶素子の光の入射側に偏光子を配置してなる反射型液晶表示装置において、

液晶素子は少なくとも透明電極を形成した絶縁性基板と、

一方の表面が滑らかな凹凸を有し、当該一方表面に光反射面が形成され、前記透明電極と協働して表示駆動する対向電極が形成された鏡面性の光反射部材と、

当該絶縁性基板と当該反射部材との間に封入され、液晶分子の配向が平行配向またはツイスト配向のいずれかに\*10

$$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = m / 2 \pm 0.1 \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

のときに光透過状態、また電圧V2印加時に波長400

～700nmの範囲の光の波長λに対して、 ※

$$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = 0.25 + m / 2 \pm 0.1$$

$$(m = 0, 1, 2, \dots)$$

のときに遮光状態となるように選ばれ、前記液晶層に印加される電界により、数値 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda$ を変化させるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項3】 前記液晶素子のリターデーション $\Delta n_1 d_1$ と、光学位相補償部材のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ とが、電圧の無印加時に400～700nmの範囲の光の波長λに対して、前記第1式を満足するように選ばれ、前記液晶層に印加される電界により、数値 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda$ を変化させるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項4】 前記液晶素子のリターデーション $\Delta n_1 d_1$ と、光学位相補償部材のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ とが、電圧の無印加時に400～700nmの範囲の光の波長λに対して、前記第2式を満足するように選ばれ、前記液晶層に印加される電界により、数値 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda$ を変化させるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項5】 前記光反射部材の光反射面を形成する光反射膜が、前記液晶層側に臨んでいることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項6】 前記光反射面が、前記絶縁性基板上に形成された透明電極に対向する電極面として定められることを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項7】 前記光学位相補償部材が、一對の透明基板と、各透明基板上に形成された透明電極と、各透明基板間に封入された液晶層とを備えてなる液晶素子であることを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項8】 前記光学位相補償部材が、高分子延伸フィルムであることを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項9】 前記光反射面の上に、前記光反射部材の表面に構成される凹凸を吸収する透明な平坦化層を設け、この平坦化層の上に透明電極を形成し、当該透明電

\*選ばれた液晶層とを備え、

前記偏光子と液晶素子との間に光学位相補償部材が配設されることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項2】 前記液晶素子のリターデーション $\Delta n_1 d_1$  ( $\Delta n_1$ : 液晶層の光学異方性、 $d_1$ : 液晶層の層厚)と、光学位相補償部材のリターデーション $\Delta n_2 d_2$  ( $\Delta n_2$ : 光学位相補償部材の光学異方性、 $d_2$ : 光学位相補償部材の厚さ)とが、電圧V1の印加時に400～700nmの範囲の光の波長λに対して、

【数1】

$$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = m / 2 \pm 0.1 \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

※【数2】

※

$$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = 0.25 + m / 2 \pm 0.1$$

$$(m = 0, 1, 2, \dots)$$

極が前記絶縁性基板上に形成された透明電極に対向する電極として定められる請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項10】 前記絶縁性基板上、または絶縁性基板上に形成された透明電極上のいずれかにカラーフィルタ層を形成したことを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、直視式のバックライトを用いない反射型液晶表示装置に関し、さらに詳しくはワードプロセッサやいわゆるノート型パーソナルコンピュータなどのオフィスオートメーション機器や、各種映像機器およびゲーム機器などに好適に実施される反射型液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、ワードプロセッサやラップトップ型パーソナルコンピュータあるいはポケットテレビと称される携帯型テレビジョン受信機などへの液晶表示装置の応用が急速に進展している。特に液晶表示装置の中でも、外部から入射した光を反射させて表示を行う反射型液晶表示装置は、光源となるバックライトが不要であるため消費電力が低く、かつ薄型、軽量化が可能であり、注目されている。

## 【0003】

従来から、反射型液晶表示装置には、TN (ツイステッドネマティック) 方式、およびSTN (スーパーツイステッドネマティック) 方式が用いられている。TN方式は、1組の偏光板の間に、一對のガラス基板と、各ガラス基板表面に形成された透明電極と、ガラス基板間に封入された液晶層とを含んでなる液晶表示素子を配置し、この液晶表示素子の光学的性質、すなわち電圧無印加時の旋光特性と、電圧印加時の旋光解消特性とを利用して白黒表示を行うものである。

## 【0004】

また、カラー表示に関しては、液晶表示素子内たとえば赤色、青色、緑色などの各色毎のカラー

フィルタを設け、電圧の無印加時／印加時に対応する液晶表示素子の光スイッチング特性を利用し、加色混合によって比較的少色のカラー表示を行うマルチカラー表示、あるいは基本的に任意の色彩を表示可能なフルカラー表示を実現するようにしている。このような反射型液晶表示装置は、現在、駆動方式としてアクティブマトリックス駆動方式や単純マトリックス駆動方式が用いられ、例として携帯可能ないわゆるポケット液晶テレビジョン受信機の表示装置として採用されている。

【0005】ワードプロセッサなどのオフィスオートメーション機器における表示装置として広く採用されている表示方式は、液晶が前記TN方式の液晶と類似の液晶表示原理を有し、液晶分子のねれ角を180°～270°に設定する前記STN方式が挙げられる。このSTN方式の特徴は、液晶分子のねれ角を90°以上に増大させ、液晶表示素子の複屈折効果によって生ずる楕円偏光に対する偏光板の透過軸の設定角度を最適化することによって、電圧印加に伴う急激な分子配向変形を、液晶の複屈折変化に対応させ、しきい値以上で急峻な光学的变化を呈する光学特性を表示に利用するものである。したがって、単純マトリックス駆動方式の高マルチプレクス駆動に適するものである。

【0006】一方、このSTN方式の短所としては、液晶の複屈折によって表示の背景色として黄緑や濃紺の着色を呈することである。この着色現象の改善策として、表示用STN液晶表示素子に光学補償用液晶表示素子や、ポリカーボネイトなどの高分子で形成される位相差板を重ね合わせることによって色補償を行い、白黒表示に近い表示可能とする液晶表示装置が提案されている。このような着色補償を行う構成の液晶表示素子がいわゆるバーハーフホワイト型液晶表示装置として用いられている。なお、TN方式およびSTN方式の液晶表示装置の詳細な動作原理は、日本学術振興会第142委員会編「液晶デバイスハンドブック、1989、第329頁～第346頁に記載されており、周知の技術である。

【0007】これらのTN方式あるいはSTN方式の液晶表示素子を反射型液晶表示装置として適用しようとすると、表示方式の原理の点で液晶表示素子を一对の偏光板で挟む構成にし、その外側に反射板を設置する必要がある。このため、液晶表示素子に用いられるガラス基板の厚さのために、使用者がガラス基板を見る角度、すなわちガラス基板の法線方向と前記使用者が液晶表示素子を見る方向とのなす角度によって視差が生じ、表示が二重に認識されるという問題点がある。

【0008】また、従来のTN方式あるいはSTN方式など、液晶の複屈折を電界で制御し、光シャッタ機能を利用して表示を行う場合、このような表示方式の液晶表示装置において偏光板を1枚とした場合、前述した、反射型液晶表示装置としての原理上、コントラストのある表示、すなわち白黒表示を実現することは不可能であ

る。

【0009】ここで、偏光板1枚と1/4波長板とを用いた反射型TN(45度ツイスト型)方式の液晶表示装置が、特開昭55-48733に開示されている。この先行技術は、45度ねれた液晶層を用い、印加される電界の制御によって、入射直線偏光の偏波面を、1/4波長板の光軸に平行な状態と45度ねれた状態との2つの状態を実現し、白黒表示を行う。液晶表示素子の構成は、入射光側から、偏光子、45度ツイスト液晶表示素子、1/4波長板および反射板である。また、米国特許4,701,028には、偏光板1枚と、1枚波長板と、垂直配向液晶表示素子とを組み合わせた反射型垂直配向液晶表示装置が開示されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開昭55-48733に記載されている液晶表示装置では、液晶層と反射板との間に1/4反射板を設ける必要があるため、原理上、液晶表示素子の内部に反射膜を構成することができない。したがって、構成を簡略化、小型化することが困難であるという課題を有している。また、表示に関する基本原理はTN方式と同一であるため、電気光学特性の急峻性はTN方式と同様である。すなわち、表示品位に関してコントラストの向上や前述した電気光学特性の急峻性の向上を図ることが困難であるという課題を有している。

【0011】また、前記米国特許4,701,028に記載されている垂直配向型液晶表示装置は、下記の問題点を有している。

【0012】①液晶層の垂直配向、特に傾斜垂直配向は分子の姿勢に関する制御が極めて困難であり、このような制御を実現する構成が複雑になり、量産化に不適である。

②垂直配向は配向規制力が弱く、応答速度が遅い。

③垂直配向を用いた場合、駆動時にダイナミックスキヤタリングが発生することがあり、表示動作の信頼性の点で問題がある。

【0013】本発明の目的は、上述の技術的課題を解消し、視差がなく、高精彩で表示品位の高い反射型液晶表示装置を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、液晶素子の光の入射側に偏光子を配置してなる反射型液晶表示装置において、液晶素子は少なくとも透明電極を形成した絶縁性基板と、一方の表面が滑らかな凹凸を有し、当該一方表面に光反射面が形成され、前記透明電極と協働して表示駆動する対向電極が形成された鏡面性の光反射部材と、当該絶縁性基板と当該反射部材との間に封入され、液晶分子の配向が平行配向またはツイスト配向のいずれかに選ばれた液晶層とを備え、前記偏光子と液晶素子との間に光学位相補償部材が配設されることを特徴とする

反射型液晶表示装置である。

【0015】また本発明は、前記液晶素子のリターデーション $\Delta n_1 d_1$  ( $\Delta n_1$ : 液晶層の光学異方性、 $d_1$ : 液晶層の層厚) と、光学位相補償部材のリターデーション $\Delta n_2 d_2$  ( $\Delta n_2$ : 光学位相補償部材の光学異方性、

$$\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2 \neq 0 \quad (m=0, 1, 2, \dots)$$

のときに光透過状態、また電圧 $V_2$ 印加時に波長400～700nmの範囲の光の波長 $\lambda$ に対して、

$$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = 0.25 + m/2 \quad (m=0, 1, 2, \dots)$$

のときに遮光状態となるように選ばれ、前記液晶層に印加される電界により、数値 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda$ を変化させるようにしたことを特徴とする。

【0018】また本発明は、前記液晶素子のリターデーション $\Delta n_1 d_1$  と、光学位相補償部材のリターデーション $\Delta n_2 d_2$  とが、電圧の無印加時に400～700nmの範囲の光の波長 $\lambda$ に対して、前記第3式を満足するように選ばれ、前記液晶層に印加される電界により、数値 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda$ を変化させるようにしたことを特徴とする。

【0019】また本発明は、前記液晶素子のリターデーション $\Delta n_1 d_1$  と、光学位相補償部材のリターデーション $\Delta n_2 d_2$  とが、電圧の無印加時に400～700nmの範囲の光の波長 $\lambda$ に対して、前記第4式を満足するように選ばれ、前記液晶層に印加される電界により、数値 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda$ を変化させるようにしたことを特徴とする。

【0020】また本発明は、前記光反射部材の光反射面を形成する光反射膜が、前記液晶層側に臨んでいることを特徴とする。

【0021】また本発明は、前記光反射面が、前記絶縁性基板上に形成された透明電極に対向する電極面として定められることを特徴とする。

【0022】また本発明は、前記光学位相補償部材が、一对の透明基板と、各透明基板上に形成された透明電極と、各透明基板間に封入された液晶層とを備えてなる液晶素子であることを特徴とする。

【0023】また本発明は、前記光学位相補償部材が、高分子延伸フィルムであることを特徴とする。

【0024】また本発明は、前記光反射面の上に、前記光反射部材の表面に構成される凹凸を吸収する透明な平坦化層を設け、この平坦化層の上に透明電極を形成し、当該透明電極が前記絶縁性基板上に形成された透明電極に対向する電極として定められることを特徴とする。

【0025】また本発明は、前記絶縁性基板上、または絶縁性基板上に形成された透明電極上のいずれかにカラーフィルタ層を形成したことを特徴とする。

【0026】

【作用】以下、本発明の反射型液晶表示装置の表示原理を説明する。本発明の反射型液晶表示装置への入射光

\*  $d_2$ : 光学位相補償部材の厚さ) とが、電圧 $V_1$ の印加時に400～700nmの範囲の光の波長 $\lambda$ に対して、

【0016】

【数3】

※【0017】

※【数4】

$$(m=0, 1, 2, \dots)$$

は、偏光子、光学位相補償部材および液晶層を介して反射部材に到達し、反射部材で反射されて液晶層、光学位相補償部材および偏光子を介して出射する。ここで、偏光子から出射して得られる直線偏光が、光学補償部材と液晶層とを通過した後、楕円偏光となり、このときの楕円偏光の位相差 $\delta$ は、

【0027】

$$\delta = (2\pi/\lambda) (\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2)$$

のように表される。ここで、記号 $\lambda$ は光の波長、記号 $\Delta n_1 d_1$ は液晶層のリターデーション、記号 $\Delta n_2 d_2$ は光学位相補償部材のリターデーション、記号 $\Delta n_1$ 、 $\Delta n_2$ は液晶層および光学位相補償部材の光学異方性(複屈折率)、記号 $d_1$ 、 $d_2$ は液晶層および光学位相補償部材の厚さをそれぞれ示す。

【0028】上記第5式の値 $\delta$ をいわゆる $1/4$ 波長条件と、 $3/4$ 波長条件とに設定したときに、入射光が遮光される。すなわち、前記条件は一般には前記第4式に示す数式、 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = 0.25 + m/2$ の成立として表される。液晶層のリターデーションの波長分散を考慮して、波長範囲が400nm～700nmの間、すなわち可視の波長範囲で、前記第4式をおおむね満足するように光学位相補償部材の特性を設定すればよい。

【0029】光学位相補償部材に入射した偏光子からの直線偏光は、前記第4式を満足した光学位相補償部材および液晶層を通過して、たとえば右回りの円偏光となつて、前記反射部材で反射し、左回りの円偏光となる。一方、液晶層を通過して左回りの円偏光となっている場合には、反射部材で反射し右回りの円偏光となる。

【0030】これにより、反射部材からの反射光は再び液晶層および光学補償部材を通過することにより、入射時に液晶層を通過する前の直線偏光とは直交する直線偏光となり、偏光子により遮光される。

【0031】また、前記第3式 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = m/2$ を満足するように光学異方性 $\Delta n_2$ および厚さ $d_2$ の条件を、光学位相補償部材が満足した場合には、偏光子を通過して光学位相補償部材に入射した直線偏光は、光学位相補償部材および液晶層を通過した後でも偏光方向が平行な直線偏光のままであり、したがって反射部材で反射後、あるいは当該反射光が再び液晶層お

20

30

40

50

よび光学反射部材を通過した後も、やはり偏光方向が平行な直線偏光の偏光状態を維持する。したがって出射光は偏光子を通過する、これら遮光状態および光の通過状態を利用して表示を行うことができる。

【0032】このような表示原理の場合、光反射部材が偏光性を保持しない場合には、前述したような右回りの円偏光から左回りの円偏光への変換、またはこの逆の変換が効率的に行われなくなり、コントラストが低下する。

【0033】偏光性を保持する反射部材としては、平坦な鏡面反射部材があるが、これは外部の物体がそのまま映るため、表示が見にくくなる。本件出願人は反射板作製法として、既に特許出願を提出している。この特許出願では、基板に感光性樹脂を塗布しパターン化し、さらに熱処理を行って凸部を滑らかな形状に変形した後、その上に反射面を形成したものである。この方法によれば凸部を滑らかに形成できるため、多重反射が少なく、偏光性を保持した明るい反射面とすることができる。このような反射部材を用いることにより、鏡面性、すなわち光の偏光性の保持と拡散性とを兼ね備えた反射板を得ることができる。

#### 【0034】

【実施例】図1は本発明の一実施例の反射型液晶表示装置（以下、液晶表示装置と略す）1の断面図であり、図2は液晶表示装置1におけるガラス基板2の平面図である。本実施例の液晶表示装置1は例として単純マトリクス方式である。液晶表示装置1は、一対の透明なガラス基板2、3を備え、ガラス基板2上には後述する合成樹脂材料からなる大突起4および小突起5がそれぞれ多数形成される。大突起4および小突起5の底部直径D1、D2は、それぞれ例として5 $\mu$ mおよび3 $\mu$ mに定められ、これらの間隔D3は例として少なくとも2 $\mu$ m以上に定められる。

【0035】これらの突起4、5を被覆し、突起4、5の間の凹所を埋めて平滑化膜6が形成される。平滑化膜6の表面は、突起4、5の影響を受け、滑らかな曲面状に形成される。平滑化膜6上にはアルミニウム、ニッケル、クロムあるいは銀などの金属材料からなる反射金属膜7が形成される。この反射金属膜7は、図2に示すように図2左右方向に長手の帯状に複数列に亘って形成される。これらガラス基板2に突起4、5、平滑化膜6および反射金属膜7が、光反射部材である反射板8を構成する。前記反射金属膜7上には、配向膜9が形成される。

【0036】前記ガラス基板2と対向するガラス基板3の表面には、前記反射金属膜7の長手方向と直交する方向に長手の帯状であって、ITO（インジウムスズ酸化物）などからなる透明電極10が複数列に亘って形成される。反射金属膜7と透明電極10とでマトリクス電極構造が形成されている。透明電極10が形成されたガ

ラス基板3を被覆して配向膜11が形成され、相互に対向するガラス基板2、3の周縁部は後述するシール材12で封止される。配向膜9、11間には、例として誘電異方性 $\Delta\epsilon$ が正である液晶材料、例としてメルク社製、商品名ZL14792などの液晶層13を封入する。

【0037】前記ガラス基板3の液晶層13と反対側には、ポリカーボネイト製の延伸フィルム（光学異方性 $\Delta n_0$ 、厚さ $d_0$ ）からなる光学位相補償部材である光学補償板14を設け、さらにその上に例として単体透過率48%の偏光板15を配置する。

【0038】前記反射金属膜7および透明電極10には、それぞれ走査回路16およびデータ回路17の一方が接続される。走査回路16およびデータ回路17は、マイクロプロセッサなどの制御回路18の制御により、表示内容に対応する表示データに基づいて反射金属膜7および透明電極10を走査しつつ、電圧発生回路19からの表示電圧V1または非表示電圧V2を印加し表示を実現する。

【0039】図3は偏光板15、光学補償板14および液晶層13の光学的構成を示す図である。すなわち、偏光板15の吸収軸あるいは透過軸の軸方向L1に対して、光学補償板14の遅相軸の軸方向L2が時計回り方向になす角度 $\theta_1$ は、例として45度に定められる。一方、液晶層13の図1に示す液晶分子20の配向方向L3が、前記軸方向L1に対して反時計回りになす角度 $\theta_2$ は、例として45度に定められる。

【0040】図4は図1に示す反射板8の製造工程を説明する断面図である。図4(1)に示されるように、本実施例では厚さt1（例として1.1mm<sup>2</sup>のガラス基板2（コーニング社製、商品名7059）を用いる。ガラス基板2上に、例として東京応化社製、商品名OFP-R-800などの感光性樹脂材料を、500rpm〜3000rpmでスピンコートし、レジスト層21を形成する。本実施例では、好適には2500rpmで30秒間スピンコートし、厚さt2（例として1.5 $\mu$ m）のレジスト膜21を成膜する。

【0041】次に、レジスト膜21が成膜されたガラス基板2を90℃で30分間焼成し、次に図4(2)に示すように、後述する大小2種類の円形のパターンが多数形成されたフォトマスク22を配置して露光し、例として東京応化社製、商品名NMD-3の2.38%溶液からなる現像液で現像を行い、図4(3)に示されるようにガラス基板2の表面に、高さの異なる大突起23および小突起24を形成した。このように、高さの異なる2種類以上の突起を形成する理由は、突起の頂上と谷とで反射した光の干渉による反射光の色付きを防ぐためである。

【0042】前記フォトマスク22は、これによって形成される図2に示す大突起4および小突起5の配列状態に示すように、直径D1（例として5 $\mu$ m）と、直径D

2 (例として $3\mu\text{m}$ )の円がランダムに配置された構成であり、各円の間隔D3は少なくとも $2\mu\text{m}$ 以上であるように選ばれる。なお、フォトマスク22のハターンはこれに限定されるものではない。図4(3)の製造段階のガラス基板2を、 $200^\circ\text{C}$ で1時間加熱し、図4

(4)に示されるように突起23、24の頂部を若干程度溶融して円弧状に形成した。さらに図4(5)に示すように、図4(4)の製造段階のガラス基板2上に、前記感光性樹脂材料と同一の材料を $1000\text{rpm}\sim 3000\text{rpm}$ でスピンコートする。本実施例では好適には $2000\text{rpm}$ でスピンコートする。これにより、各突起23、24の間の凹所が埋められ、形成された平滑化膜6の表面を比較的緩やかでかつ滑らかな曲面状に形成することができる。

【0043】さらに、平滑化膜6の表面にアルミニウム、ニッケル、クロムあるいは銀などの金属薄膜を膜厚 $t3$ (例として $0.01\sim 1.0\mu\text{m}$ )程度に形成する。本実施例ではアルミニウムをスパッタリングして、反射金属膜7を形成する。

【0044】各ガラス基板2、3上に、ホリイミド樹脂膜を形成し、 $200^\circ\text{C}$ で1時間焼成する。この後、前記液晶分子20を配向させるためのラビング処理を行う。これにより配向膜9、11が形成される。これらのガラス基板2、3間を封止するシール材12は、例として直径 $6\mu\text{m}$ のスペーサを混入した接着性シール材をスクリーン印刷することによって形成される。

【0045】このようにして形成される反射板8と、前記透明電極10および配向膜11が形成されたガラス基板3とを組み合わせるに際して、ガラス基板2、3間に直径 $5.5\mu\text{m}$ のスペーサを散布し、液晶層の層厚の規制を行う。前記液晶層13は、ガラス基板2、3を対向して、前記シール材12で貼り合わせた後、真空脱気することにより、封入される。このような液晶層13の屈折率異方性 $\Delta n_1$ は $0.094$ 、層厚 $d_1$ は例として $5.5\mu\text{m}$ であるので、この液晶層13のリターデーション $\Delta n_1 d_1$ は $517\text{nm}$ である。

【0046】図5は、本実施例の液晶表示装置1の電圧/反射率特性を示すグラフである。波長 $\lambda$ が $550\text{nm}$ の光を入射させたときに、数値 $(\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2)/\lambda$ が $0.25$ 、 $0.3$ 、 $0.5$ となるように、前記光学補償板14のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ をそれぞれ選定した。各数値の場合毎に、図5の特性曲線25、26、27が得られる。すなわち、特性曲線25は、前記第4式において、 $m=0$ の場合に対応し、特性曲線27は前記第3式において、 $m=1$ の場合に対応する。

【0047】特性曲線26は前記第3式および第4式のいずれをも満足しないので、電圧無印加時において反射板8からの反射光が液晶表示装置1から出射する特性曲線27あるいは反射光が遮光される特性曲線25の場合の中間的な状態を示し、電圧V1のとき第3式および第

4式の一方を満足し、電圧V2のとき第3式および第4式の他方を満足し、このとき好ましい表示品位が実現される。すなわち、本実施例では前記第3式および第4式が満足されるように、光学補償板14あるいは液晶層13のリターデーションを選択することにより、高い表示品位が実現できることが理解される。

【0048】本実施例に関する本件発明者の実験によれば、電圧を印加した場合、液晶表示装置1の法線方向に関して角度 $30^\circ$ だけ傾斜した方向から入射した光に対する前記法線方向の反射率は最大約 $45\%$ であり、最大コントラスト比は7であった。このときのコントラスト比を決定するための基準となる部材として酸化マグネシウム $\text{MgO}$ の標準白色板を用いた。なお、図5のグラフで反射率が小さくなるのは、数値 $(\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2)/\lambda$ が $\pm 0.25$ のときであり、反射率が最大の場合は、数値 $(\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2)/\lambda$ が $0.5$ となる場合である。これらの2つの状態を用いることにより、白黒の表示を実現することができる。

【0049】本実施例では前記第3式で $m=1$ 、第4式で $m=0$ の場合のみ示したが、変数 $m$ が他の数値の場合でも同様な効果を発揮することが確認された。なお、ここでは、第3式および第4式ともに、液晶層とフィルムとのリターデーションの差が、ある特定の値を示した場合に、効果が現れることを示したが、実際には、液晶層の厚みやフィルムの層厚のばらつきによって、この値は変化する。そこで、この値がばらついたときに、コントラストにどの程度影響するかを調べたところ、第3式および第4式ともに $\pm 0.1$ 以下の範囲では、大きな影響は現れず、充分実用に耐え得ることが判った。

【0050】図6は本実施例の液晶表示装置1の動作を説明する図であり、説明の便宜のため、液晶表示装置1を分解して示す。図6(1)に示す遮光動作時では、入射光28は偏光板15を通過すると偏光板15の前記軸方向L1と平行な直線偏光29となる。直線偏光29が、前記第2式を満足する光学補償板14および液晶層13を通過して、例として右回りの円偏光30となる。この円偏光30は反射板8で反射し左回りの円偏光31となる。この円偏光31は、前記第4式を満足するリターデーションをそれぞれ有する液晶層13および光学補償板14を通過すると、前記入射時の直線偏光29の方向と直交する方向の偏光面を有する直線偏光32となる。この直線偏光32は偏光板15によって遮光される。すなわち、反射板8からの反射光は遮光される。

【0051】これに対し、液晶層13を通過して右回りの円偏光となる場合には、当該円偏光は反射板8で反射すると左回りの円偏光となる。

【0052】一方、図6(2)に示す光透過動作時には、光学補償部材14と液晶層13との各リターデーション $\Delta n_2 d_2$ 、 $\Delta n_1 d_1$ は、前記第3式を満足するように選ばれる。このとき、入射光28は偏光板15を通過

すると、前記軸方向1と平行な直線偏光29となる。この直線偏光29は、前記第3式を満足するように定められる光学補償板14と液晶層13とを通過しても同様な偏光状態を保持する。液晶層13を通過した直線偏光29が反射板8で反射しても同様な直線偏光状態を保持し、液晶層13および光学補償板14を通過した後も同様である。したがってこの反射光は偏光板15を通過し出射する。

【0053】本実施例では光学補償板14としてポリカーボネイト製の延伸フィルムを用いたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例としてポリビニルアルコール(PVA)あるいはポリメチルメタアクリレート(PMMA)などの延伸フィルムも使用することができる。また、一対のガラス基板の表面に配向膜をそれぞれ形成し、各配向膜間に液晶層を封入して平行配向させた液晶素子も、光学位相補償板として用いることができる。この場合の液晶層のリターデーションも、前述した第3式および第4式で規定される値とする。また、液晶分子は、表示素子の液晶分子に直交するように配置される。

【0054】本実施例の反射型液晶表示装置1では、反射板8の反射金属膜7を形成した面が液晶層13側に配置されているので、液晶表示装置1を観測する場合の視差が解消され、良好な表示画面が得られる。さらに液晶表示装置1がアクティブマトリクス駆動される構成の場合に、スイッチング素子として用いられる薄膜トランジスタやMIM(金属-絶縁膜-金属)構造の非線形素子などに接続される絵素電極として用いられる場合も、前述したように良好な表示品位が実現できることが確認されている。

【0055】また、電気光学特性の急峻性を増大するためには、液晶層13のリターデーション $\Delta n_{ld}$ は、場所によらず均一であることが望ましい。厳密に言えば反射板8に前述したような突起4、5による凹凸が存在すると、突起4、5の頂上と突起4、5の間の底部とでは液晶層13の膜厚が異なり、結果としてリターデーションも異なる。このため、本発明者は、図1に示す反射板8の反射金属膜7の上に反射金属膜7の表面凹凸を埋めて平坦化するために、例としてアクリル樹脂からなる平坦化層を追加し、さらにこの上にITOなどの透明電極を前記反射金属膜7と同様な形状に形成して、表示用電極とした。このようにすれば前記平坦化層の表面における突部の高低差を0.1 $\mu m$ とすることができる。

【0056】このようにすることにより、電気光学特性の急峻性を格段に向上できることが確認された。この場合、平坦化層としては無機材料、有機材料を問わず、平坦化能力のある透明な膜ならその材料を問うことなく使用することができる。これにより、走査線100本以上の単純マルチフレックス駆動が可能となることが確認された。

【0057】また、本実施例におけるガラス基板2に代えて、例としてシリコン基板のような不透明基板でも同様な効果が発揮できることが確認されている。このようなシリコン基板を前述の実施例におけるガラス基板2として用いる場合には、前述した走査回路16、データ回路17、制御回路18および電圧発生回路19などの回路素子を、シリコン基板上に集積化して形成できる利点を有している。

【0058】本発明の他の実施例として、ガラス基板2、3の間で240度ツイストしたネマティック液晶(例としてチソ株式会社製、商品名SD-4107)を液晶層13として用いる場合が挙げられる。この実施例では、図1に示す構造における光学補償板14として、ポリカーボネイト製の延伸フィルムを用い、前記第3式および第4式の条件を満足するように、液晶層13および光学補償板14のリターデーション $\Delta n_{ld}$ 、 $\Delta n_{dd}$ を調整した。他の構成要素は図1に示す構成と同様な構成を用いた。このような構成によれば、本発明者の実験によると、表示コントラストは1/200デューティ駆動の場合で6であり、視差のない良好な表示特性が実現された。

【0059】この実施例では、液晶層13に240度ツイストした液晶を用いたが、本発明はこれに限定されるものではなく、どのようなツイスト角の液晶材料であっても、あるいはツイストしていない液晶材料であっても、電界によりリターデーションを制御できる特性を有する液晶材料であればいずれも本発明に実施可能である。また、光学補償板14として、リターデーションが設定可能であり、そのようなリターデーションを前記第3式および第4式の条件を満足するように最適に設定できる液晶材料を用いても、本発明は実現可能となる。

【0060】本発明は以上の実施例に限定されるものではなく、さらに広く反射型の光制御装置に応用が可能である。また、一方の基板にカラーフィルタ層を形成することにより、マルチカラーあるいはフルカラー表示が可能となる。

【0061】

【発明の効果】以上のように本発明に従えば、入射光は、偏光子、光学位相補償部材および液晶層を介して反射部材に到達し、反射部材で反射されて液晶層、光学位相補償部材および偏光子を介して出射するようにした。ここで、偏光子から出射して得られる直線偏光が、光学補償部材と液晶層とを通過した後、楕円偏光となり、この楕円偏光の位相差 $\delta$ は、前記第3式で定められる。

【0062】第3式における数値( $\Delta n_{ld}$ 、 $\Delta n_{dd}$ ) /  $\lambda$ を液晶層に印加される電界で調整することにより、光スイッチング動作を実現できる。すなわち、光反射部材を液晶素子の内部に構成し、しかも光反射部材の反射面の凹凸における突部を滑らかに形成できるため、多重反射が少なく、偏光性を保持した明るい反射面



13

とすることができる。このような反射部材を用いることにより、光の偏光性の保持と拡散性とを兼ね備えた反射板を得ることができる。すなわち、視差を解消できるとともに、高精彩で表示品位の高い反射型液晶表示装置を実現できる。

【0063】また、液晶分子を平行配向またはツイスト配向とすることによって、応答速度が速く、表示動作の信頼性が高く、かつ量産化に適した反射型液晶表示装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の液晶表示装置1の断面図である。

【図2】ガラス基板2の平面図である。

【図3】液晶表示装置1の光学的特性を説明する図である。

【図4】反射板8の製造工程を説明する断面図である。

14

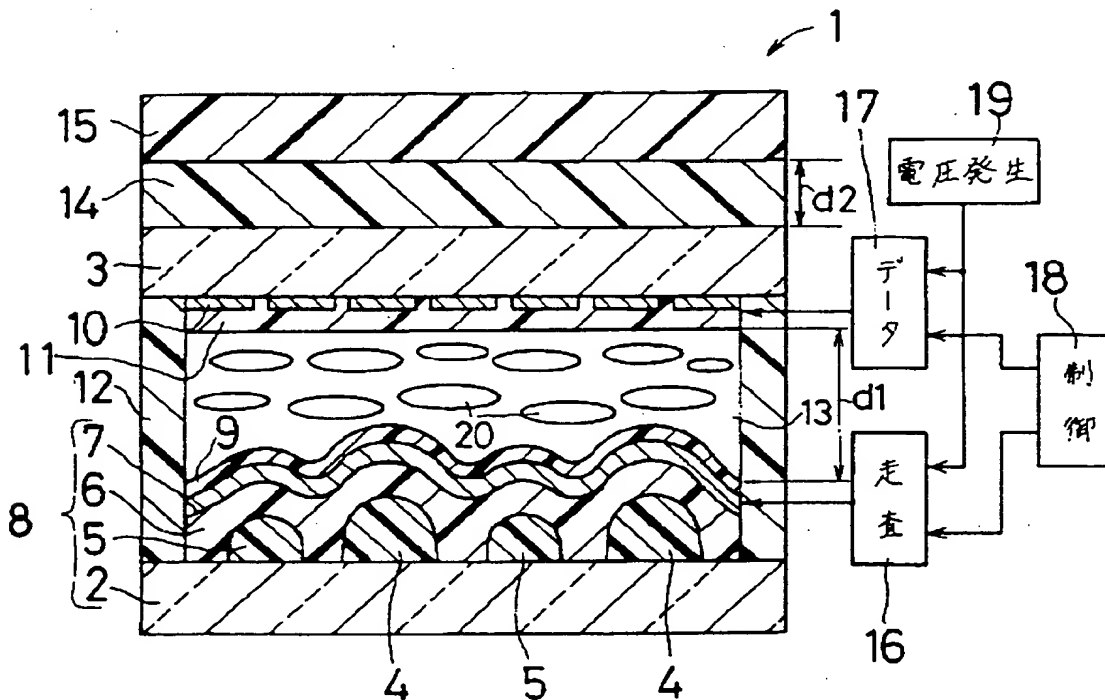
【図5】液晶表示装置1の電圧—反射率特性を説明するグラフである。

【図6】本実施例の液晶表示装置1の表示動作を説明する図である。

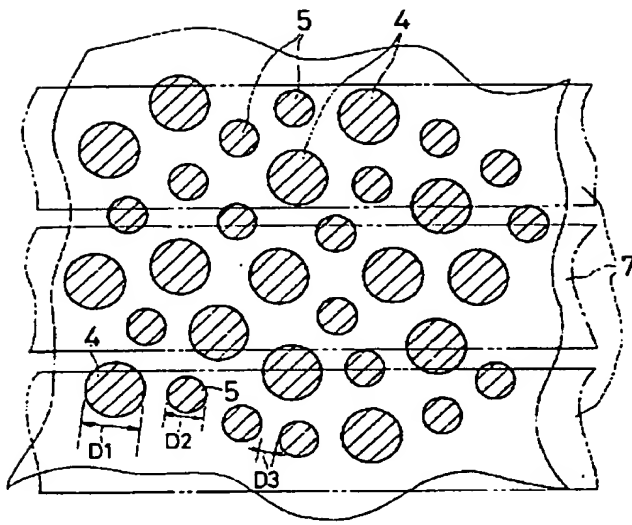
【符号の説明】

- 1 液晶表示装置
- 2、3 ガラス基板
- 4、5 突起
- 6 平滑化膜
- 7 反射金属膜
- 8 反射板
- 9、11 配向膜
- 10 透明電極
- 13 液晶層
- 14 光学補償板
- 15 偏光板

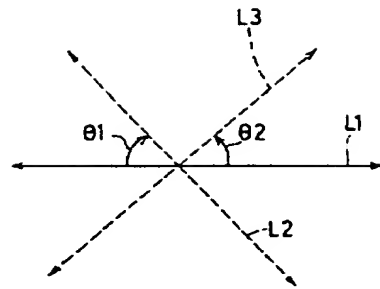
【図1】



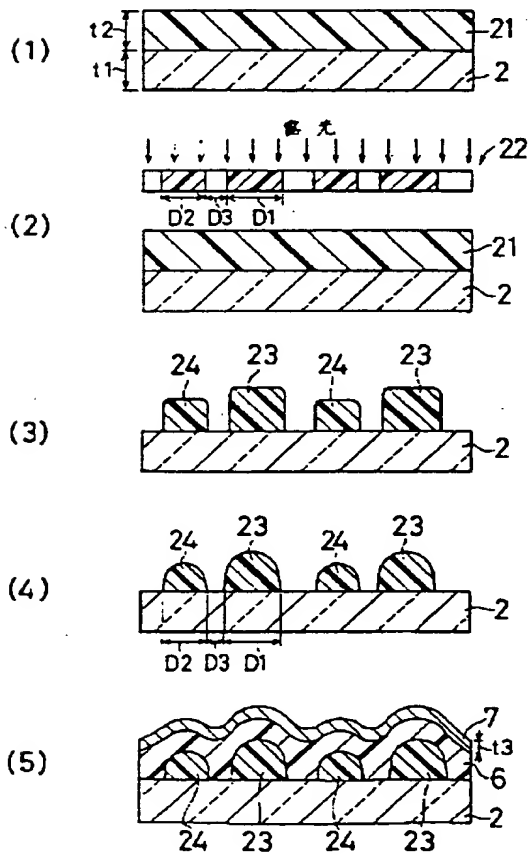
【図2】



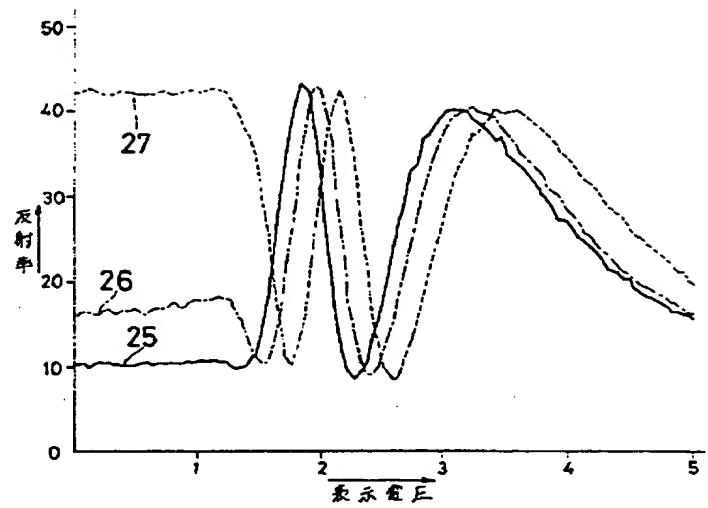
【図3】



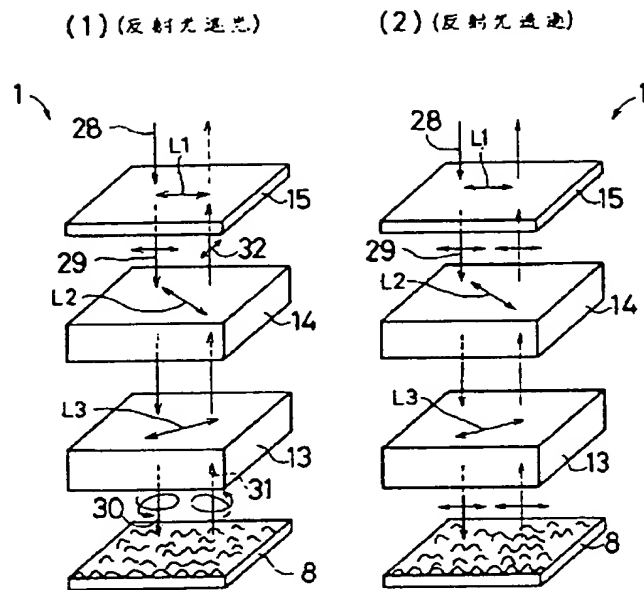
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 浩三  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72)発明者 木村 直史  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内